

**Metode pengujian
kadar semen portland dalam beton segar
dengan cara titrasi volumetri**

DAFTAR ACUAN

ASTM C. 1078-87 (Reapproved 1992)

Standard Test Method for Determining the Cement Content of Freshly Mixed Concrete.

DAFTAR RUJUKAN

ASTM Standards :

- C. 94 Specification for Ready Mixed Concrete.
- C. 127 Test Method for Specific Gravity and Absorption of Coarse Aggregate.
- C. 138 Test Method for Unit Weight, Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete.
- C. 670 Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Method for Construction Materials.
- C. 1079 Test Method for Determining Water Content of Freshly Mixed Concrete
- C. 11 Specification for Wire-Cloth Sieves for Testing Purposes.

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
BAB I DESKRIPSI	1
1.1 Ruang Lingkup	1
1.2 Pengertian	1
BAB II KETENTUAN - KETENTUAN	2
2.1 Umum	2
2.2 Teknis	2
2.2.1 Contoh Uji	2
2.2.2 Benda Uji	3
2.2.3 Uji Kalibrasi	3
2.2.4 Peralatan	3
2.2.5 Bahan Kimia Pereaksi	4
2.2.6 Perhitungan	5
2.2.7 Persiapan Uji	5
BAB III CARA UJI	6
BAB IV LAPORAN HASIL UJI	8
LAMPIRAN A :	
(1) Cara Membuat Grafik Kalibrasi	9
(2) Contoh Perhitungan	9
(3) Peralatan Pengujian	11
(4) Contoh Daftar Isian	12
LAMPIRAN B : DAFTAR DAN NAMA LEMBAGA	13

BAB I

DESKRIPSI

1.1 Ruang Lingkup

Metode Pengujian Kadar Semen Portland dalam Beton Segar dengan Cara Titrasi Volumetri ini mencakup:

- 1) cara menentukan kadar semen portland dalam beton segar dengan menggunakan cara kerja titrasi volumetri;
- 2) ketentuan mengenai contoh uji, benda uji, peralatan uji, bahan kimia, uji kalibrasi, cara uji, perhitungan, dan laporan hasil uji.

1.2 Pengertian

Yang dimaksud dengan :

- 1) **beton segar** adalah campuran beton yang telah selesai diaduk sampai beberapa saat, karakteristiknya tidak berubah (masih plastis dan belum terjadi pengikatan);
- 2) **contoh beton segar** adalah sejumlah adukan beton yang diambil secara acak dari produksi beton selama pelaksanaan pengadukan yang mewakili beton tersebut guna pemeriksaan dan penilaian;
- 3) **semen** adalah bahan pengikat berupa semen portland;
- 4) **uji kalibrasi semen** adalah uji untuk menentukan kadar ion Kalsium yang terdapat dalam semen dalam susunan campuran beton yang sama dengan campuran beton yang diperiksa dengan cara kerja pencatatan jumlah volume larutan etilindiamin tetraasetat yang selanjutnya disebut EDTA;
- 5) **uji kalibrasi agregat blanko** adalah uji untuk menentukan kadar ion Kalsium yang terdapat dalam susunan campuran beton yang sama dengan campuran beton yang diperiksa, tetapi tanpa semen, dengan cara kerja pencatatan jumlah volume larutan EDTA yang dibutuhkan.

BAB II

KETENTUAN-KETENTUAN

2.1 Umum

Ketentuan umum yang harus dipenuhi adalah sebagai berikut :

- 1) metode pengujian ini hanya berlaku bagi contoh beton segar yang dilengkapi dengan data pengujian kalibrasi yang sesuai;
- 2) pengambilan contoh beton segar sesuai dengan SNI 03-2458-1991 tentang Metode Pengambilan Contoh untuk Campuran Beton Segar;
- 3) semua bahan kimia pereaksi harus memiliki kemurnian dengan kelas mutu sebagai bahan atau zat pereaksi untuk analisis (proanalisis);
- 4) setiap contoh beton segar yang diuji harus dilakukan oleh operator yang sama dan operator tidak boleh memakai kaca mata berwarna selama melakukan pengujian;
- 5) peralatan yang dipakai harus sudah dikalibrasi sesuai ketentuan yang berlaku;
- 6) hasil pengujian harus ditanda tangani oleh tenaga pelaksana yang ditunjuk sebagai penanggung jawab pengujian;
- 7) laporan pengujian harus disahkan oleh kepala laboratorium dengan dibubuhi nama, tanda tangan, nomor surat dan cap instansi.

2.2 Teknis

2.2.1 Contoh Uji

Contoh uji harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

- 1) tidak boleh mengandung agregat dan atau bahan tambahan dengan kadar ion kalsium terlarut sedemikian banyaknya hingga perbedaan hasil dua kali penentuan lebih besar dari 5%;
- 2) jumlah contoh uji minimal 20 kg, yang mewakili seluruh campuran beton yang diperiksa.

2. 2. 2 Benda Uji

Benda uji harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

- 1) jumlah beton dengan maksimum besar butir agregat 38,1 mm adalah $2.000\text{g} \pm 200\text{ g}$;
- 2) jumlah beton dengan maksimum besar butir agregat lebih dari 38,1 mm adalah $3.000\text{g} \pm 300\text{ g}$.

2. 2. 3 Uji Kalibrasi

Uji kalibrasi harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

- 1) uji kalibrasi semen dan kalibrasi agregat blanko harus diulangi setiap ada perubahan dalam pemakaian bahan seperti air, bahan tambahan beton, asal dan jenis semen, asal dan jenis agregat, dan setiap dipakai larutan EDTA yang baru;
- 2) sekurang - kurangnya sekali dalam sehari, dan selisih hasil 3 kali pengujian berturut-turut tidak boleh lebih besar dari 5%.

2. 2. 4 Peralatan.

Peralatan yang digunakan harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- 1) susunan ayakan yang dipakai untuk uji beton dan uji kalibrasi harus sama, yaitu berturut-turut dari atas 4,75 mm (No.4), 300 μm (No.50), dan 150 μm (No.100);
- 2) neraca, kapasitas 2,600 g dengan ketelitian minimal 0,1 g;
- 3) sekop tangan dan sarung tangan karet sebanyak dibutuhkan;
- 4) tabung pengambil contoh uji, kapasitas 4,7 l, terbuat dari pipa polietilin;
- 5) tabung pengambil benda uji, kapasitas 1,9 l, terbuat dari polietilin;
- 6) mesin cuci:
 - (1) mesin cuci ringan rumah tangga dengan kapasitas isi bejana 40 l; bagian dalam bejana harus dapat memuat susunan ayakan berukuran penampang 389 mm x 313 mm, tinggi 306 mm dan dinding sisi dalam bejana harus halus dan rata;
 - (2) dilengkapi baling-baling dan pompa resirkulasi dengan konektor bentuk T, selang karet diameter dalam 6,4 mm sepanjang 1 m;
 - (3) sebagai pengganti mesin pencuci ini dapat dipakai tangki suspensi semen yang dihubungkan memakai konektor T;

- 7) pipet berhubungan, berukuran isi 125 ml \pm 10 ml dilengkapi alat perata permukaan dan pelimpas otomatis dengan keran 3 penyalur, ketelitian 0,2%, lihat lampiran;
- 8) pipet otomatis, terbuat dari gelas berukuran 300 ml \pm 25 ml dengan 3 penyalur, ketelitian \pm 0,2%;
- 9) pengaduk magnetik, dengan beberapa kecepatan aduk yang dapat dipilih dan yang batang aduknya berlapis TFE-fluorokarbon;
- 10) buret, berukuran 100 ml yang badannya terbuat dari bahan akrilik kelas A atau B dan dengan tutup dari bahan PTFE (politetrafluoroetilen), dilengkapi tiang penyangga badan, penahan alas, dan klem;
- 11) pipet, dari gelas volumetrik, berukuran isi 25 ml, mutu kelas A atau B;
- 12) pipet dengan penghisap bola karet untuk pengambilan contoh uji yang mengandung semen;
- 13) botol Erlenmeyer, berukuran 500 ml dan 800 ml atau 1000 ml;
- 14) dispenser, isi 5 ml, terbuat dari polietilen dengan ruang ukur dari polipropilin;
- 15) bejana penyampur bahan pereaksi berupa botol cuci dari polietilen, kapasitas isi 500 ml, dilengkapi botol penetes berukuran 30 ml, dua botol aspirator segi empat, masing-masing berukuran 7,6 l dan 18,9 l;
- 16) selang karet berwarna terang sepanjang 6,1 m dengan diameter bagian dalam 12,7 mm.

2.2.5 Bahan Kimia Pereaksi

Bahan kimia pereaksi harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

- 1) larutan bufer (pH = 10) Amoniumhidroksida - Amonium Khlorida yang dibuat khusus dan disimpan dalam botol tertutup;
- 2) larutan indikator Eriokhrom Black-T dengan umur pakai maksimum 2 bulan;
- 3) larutan Asam Nitrat (1+19), larutan pekat asam nitrat (bj 1,42) dalam air dalam perbandingan isi 1:19;
- 4) larutan disodium etilin diamin tetra asetat (EDTA) 0,01 M yang dibuat dengan melarutkan 3,72 g \pm 0,01 g disodium etilin diamin tetra asetat (EDTA) dalam air yang diencerkan menjadi 1 L.

2.2.6 Perhitungan

Kadar semen dalam % berat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Semen, \%} = 100 (C / M)$$

keterangan :

C = berat semen dalam contoh (g)

M = berat (massa) contoh uji (g)

Kadar semen dalam kg/m^3 dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar semen, kg/m}^3 = (C / M) W$$

keterangan :

C = berat semen dalam contoh (g)

M = berat (massa) contoh uji (g)

W = berat isi beton sebagaimana ditentukan dalam Metode Uji C-138, dalam kg/m^3 .

2.2.7 Persiapan Uji

Persiapan uji sebagai berikut :

- 1) untuk uji kalibrasi agregat blanko, harus disiapkan contoh beton sebanyak 2 kg yang mewakili jumlah beton yang akan diuji dikurangi dengan jumlah berat semen yang akan dikandung oleh 2 kg beton tersebut dan penentuan kadar relatif ion kalsium sesuai cara kerja dalam Bab III;
- 2) untuk uji kalibrasi semen, dengan memakai bahan-bahan dan proporsi campuran yang sama dengan beton yang akan diuji, harus diaduk dengan tangan sejumlah 2 kg contoh beton:
 - (1) semen dan air harus ditimbang dengan ketelitian masing-masing 1 g dan agregat dengan ketelitian 10 g;
 - (2) seluruh semen yang tercuci bersih harus tertampung ke dalam bejana mesin cuci atau tangki suspensi dan tidak ada sisa semen yang menempel pada peralatan dan penentuan kadar relatif ion-kalsium dalam semen sesuai cara kerja dalam bab III.
- 3) lihat Lampiran A.

BAB III.

CARA UJI

Pengujian kadar semen portland dalam beton segar dengan cara titrasi volumetri dilakukan sebagai berikut :

- 1) timbang sebanyak $2.000\text{g} \pm 200\text{ g}$ contoh beton (untuk beton dengan maksimum besar agregat $38,1\text{mm}$) atau $3.000\text{g} \pm 300\text{g}$ (untuk beton dengan maksimum agregat lebih dari $38,1\text{mm}$) dengan ketelitian 1 g ;
- 2) isi mesin cuci atau tangki suspensi dengan 10 galon air ($37,9 \pm 0,4\text{ l}$);
- 3) pindahkan contoh uji ke dalam ayakan yang dipasang pada mesin cuci, jalankan pompa resirkulasi dan pengaduknya;
- 4) cuci contoh beton yang ada dalam ayakan sehingga seluruh semen yang melekat tercuci bersih masuk ke dalam mesin cuci/tangki suspensi;
- 5) pindahkan ayakan $4,75\text{ mm}$ berikut isinya setelah semua semen tercuci bersih dari agregat;
- 6) cuci agregat yang terdapat pada ayakan $300\text{ }\mu\text{m}$ selama $1,5\text{ menit}$ dan pastikan bahwa semua semen yang menempel pada agregat tercuci bersih masuk ke dalam mesin cuci/tangki suspensi;
- 7) Pindahkan ayakan $300\text{ }\mu\text{m}$ berikut isinya dari rangkaian ayakan dan teruskan pencucian agregat yang terdapat pada ayakan $150\text{ }\mu\text{m}$ selama $1,5\text{ menit}$ lagi hingga seluruh semen yang menempel pada agregat tercuci bersih masuk ke mesin cuci/tangki suspensi;
- 8) pijit ujung slang agar suspensi semen mengalir lewat konektor T dan pipa berdiameter $6,4\text{ mm}$;
- 9) lepaskan tekanan pada ujung slang agar semua suspensi melewatinya dan hubungkan ujung pipa berdiameter $6,4\text{ mm}$ dengan pipet 125 ml ;
- 10) tekan lagi ujung slang pompa resirkulasi untuk mengalirkan suspensi semen masuk ke dalam pipet;
- 11) tutup keran bagian bawah pipet bila telah terisi penuh sampai batasnya, dan lepaskan selang;
- 12) alirkan suspensi semen dalam pipet 125 ml ke dalam gelas piala yang berukuran 800 ml ;
- 13) cuci pipet 125 l tersebut dengan 100 ml larutan asam nitrat (HNO_3) dari pipet otomatis yang terletak di atas pipet 125 ml ;
- 14) pastikan agar seluruh larutan asam pencuci mengalir masuk ke dalam gelas piala 800 ml ;
- 15) encerkan larutan HNO_3 -Semen dalam gelas piala dengan 300 ml air memakai pipet otomatis 300 ml ;

- 16) tempatkan batang pengaduk magnetik berlapiskan TFE-fluorokarbon kedalam gelas piala, lalu aduk isi gelas piala selama 3 menit;
- 17) pada akhir pengadukan, ambil 25 ml larutan semen memakai pipet dengan pompa karet dan pindahkan ke dalam gelas Erlenmeyer 500 ml;
- 18) tambahkan ke dalam gelas Erlenmeyer ini 10 ml larutan buffer ammonia-ammonium khlorida memakai dispenser bervolume tetap dan 4 - 8 tetes larutan indikator Eriokhrom Black T (Jumlah tetes yang sama harus dipakai baik untuk contoh kalibrasi maupun untuk contoh uji);
- 19) titrasi memakai larutan EDTA dengan buret 100 ml sambil menggoyang-goyangkan gelas selama titrasi berlangsung;
- 20) hentikan titrasi bila terjadi perubahan warna larutan dari merah anggur menjadi warna biru yang jelas;
- 21) catat jumlah volume EDTA yang dibutuhkan untuk mencapai titik akhir tersebut sebagai V.

BAB IV

LAPORAN HASIL UJI

Laporan hasil pengujian harus memuat sekurang-kurangnya pernyataan sebagai berikut:

- 1) berat contoh beton yang diuji;
- 2) tanda pengenal dari contoh beton yang diuji;
- 3) cara kerja pengujian yang dipakai;
- 4) volume EDTA, V , yang terpakai untuk titrasi hingga terjadi perubahan warna merah anggur menjadi biru;
- 5) kadar semen yang ditentukan berdasarkan grafik kalibrasi (lihat lampiran);
- 6) kadar semen yang ditentukan berdasarkan perhitungan, dalam kg./m^3 beton;
- 7) tanda pengenal dari Laboratorium Penguji;
- 8) tanda tangan, nama jelas dari operator pelaksana pengujian;
- 9) tanda tangan, nama jelas, jabatan dari Kepala Laboratorium penguji;
- 10) cap resmi Laboratorium Penguji.

LAMPIRAN A

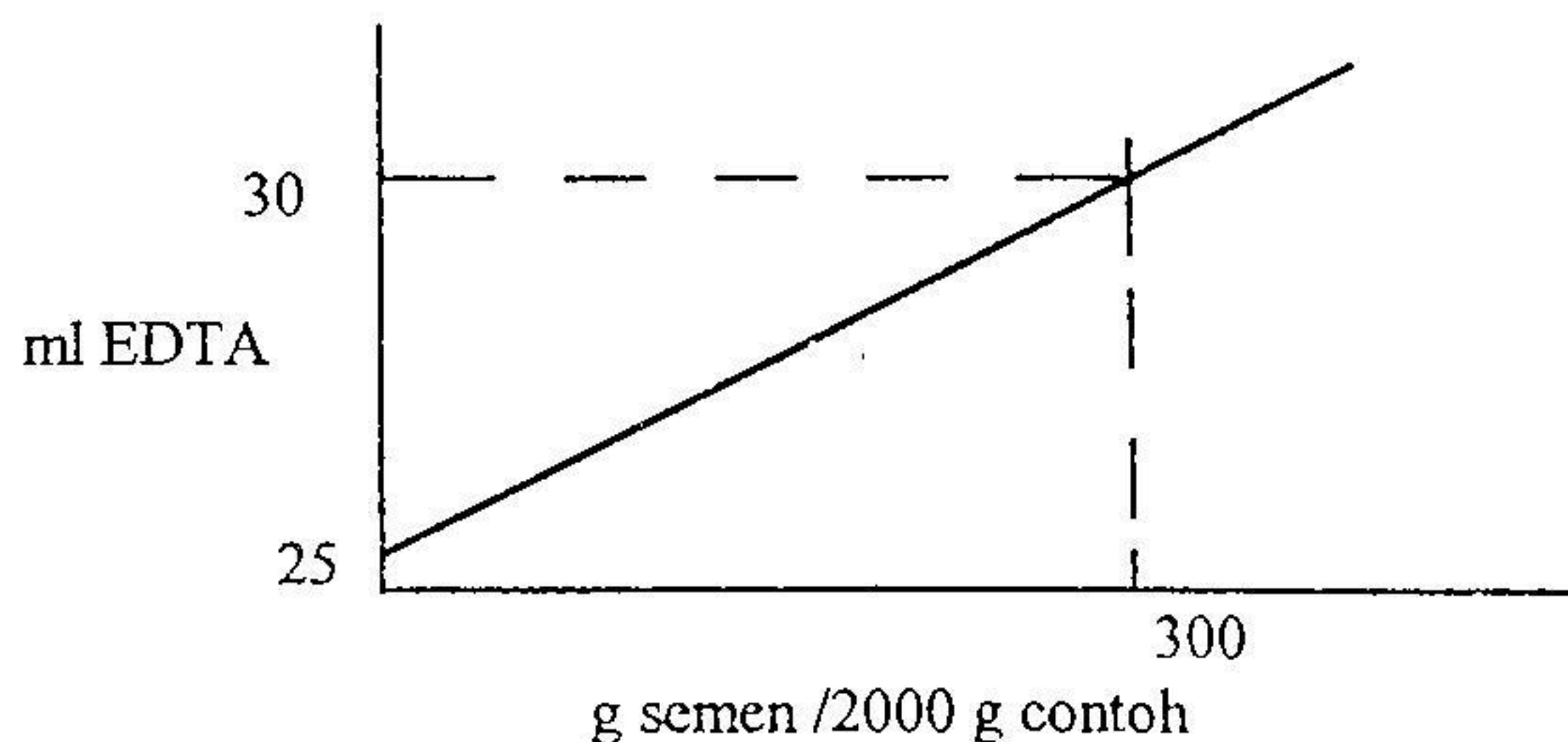
(1). Cara membuat grafik kalibrasi.

Untuk membuat kurva kalibrasi linier yang menyatakan kadar semen (g) terhadap volume EDTA yang dibutuhkan, gambarkan terlebih dulu sebagai titik awal kadar semen sama dengan nol dan jumlah volume EDTA yang dibutuhkan untuk pengujian agregat blanko, lihat cara kerja pengujian kalibrasi agregat blanko pada butir 2.2.7. (persiapan uji) dan Bab III.

Tempatkan pada titik lainnya, beratnya semen yang terdapat pada pengujian kalibrasi contoh beton 2 kg dan volume EDTA yang dibutuhkan.

Hubungkan kedua titik tadi dengan garis lurus untuk melengkapi kurva kalibrasi bagi jenis agregat dan semen yang dipakai.

Semua kadar semen yang tidak diketahui adalah berbanding lurus dari segi kadar ion-Kalsiumnya (lihat Gb.1)



Gambar 1
Grafik Kalibrasi

(2). Contoh perhitungan:

Misal massa (berat) contoh uji beton, $M = 2.100$ g; Jumlah larutan EDTA yang dibutuhkan untuk titrasi = 30,0 ml.

Dari grafik kalibrasi diperoleh, untuk volume EDTA, $V = 30,0$ ml identik dengan 300 g semen (C) dari $2.000\text{g} \pm 200$ g contoh. Kadar semen dalam % berat adalah :

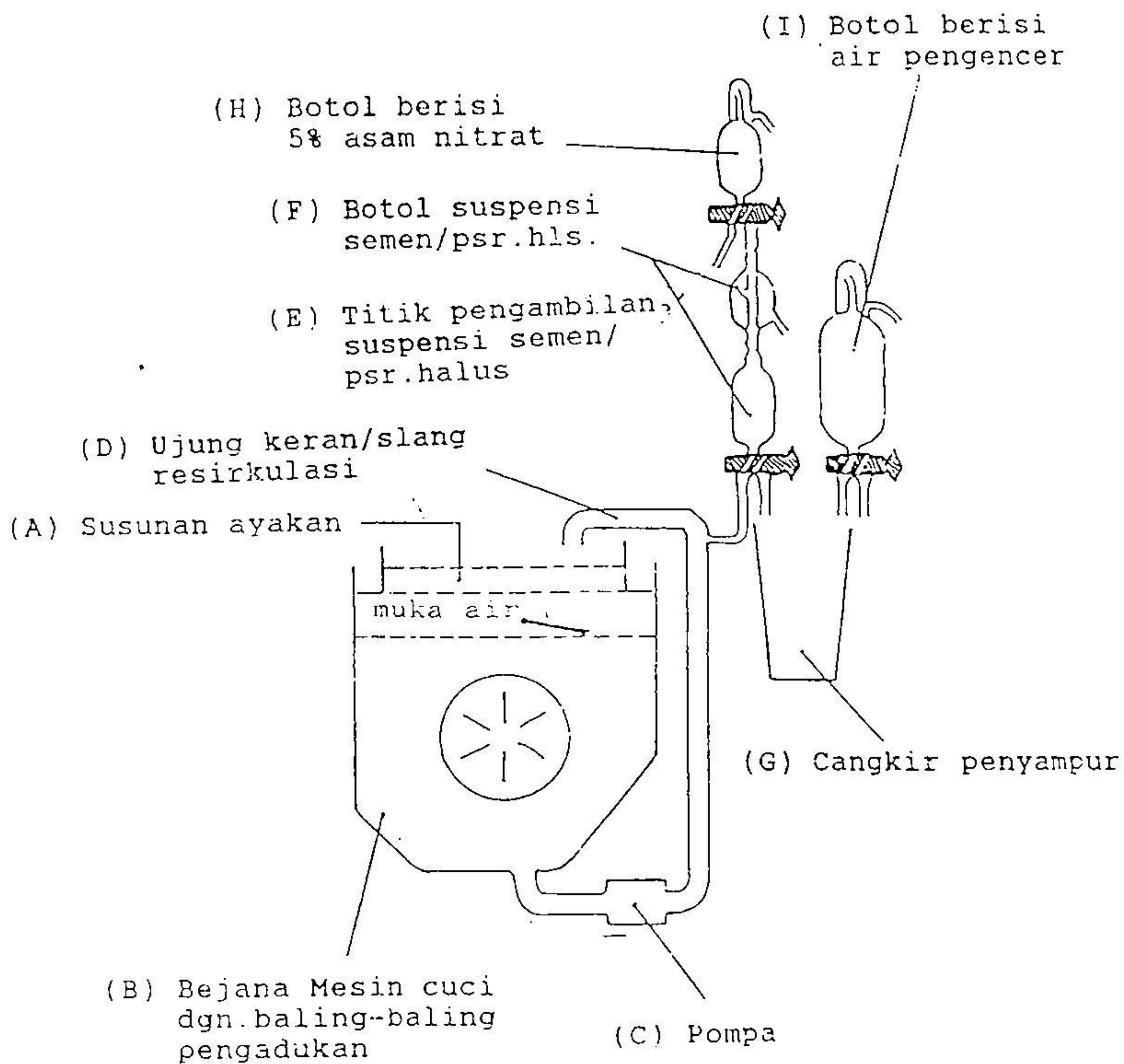
$$\begin{aligned}\text{Kadar semen, \%} &= 100 \times (C/M) \\ &= 100 \times (300/2.100) = 14,3 \, \%\end{aligned}$$

Kadar semen, dalam kg/m^3

$$\text{Kadar semen, } \text{kg/m}^3 = (C/M) \times W$$

dimana ,W = berat isi beton yang diuji kg/m^3

(3) Peralatan Pengujian



Gb. Peralatan utk. penyiapan dan pengambilan contoh suspensi semen/pasir halus

Gambar 2
Peralataan Pengujian

(4) Contoh Daftar Isian

CONTOH DAFTAR ISIAN FORMULIR PENGUJIAN KADAR
SEMEN PORTLAND DALAM BETON SEGAR DENGAN CARA
TITRASI VOLUMETRI

Nama Lembaga Penguji :

Lampiran Surat Laporan No. dan Tanggal :

Jumlah Benda Uji :

Tanda Pengenal Benda Uji :

Dikerjakan oleh :

Dihitung oleh :

Diperiksa oleh :

NO URUT	NO. CONTOH	BERAT CONTOH (kg)	VOLUME EDTA (ml)	KADAR SEMEN BERDASARKAN GRAFIK (%)	KADAR SEMEN BERDASARKAN PERHITUNGAN (kg/m ³)	KETERANGAN

....., 19

Mengetahui/Menyetujui

Kepala Balai

(Nama jelas)

Catatan :

Contoh isian formulir ini tidak merupakan
bagian dari standar.

LAMPIRAN B

DAFTAR NAMA DAN LEMBAGA

1. Pemrakarsa : Pusat Litbang Permukiman
2. Penyusun :

NO	NAMA	LEMBAGA
1.	Drs. Zulkarnaen Aksa, MM.	Pusat Litbang Permukiman
2.	Andriati, A.H, Dipl. Chem.	Pusat Litbang Permukiman
3.	Ir. Nadhiroh Masruri	Pusat Litbang Permukiman
4.	Subardjo Yuwono, BE	Pusat Litbang Permukiman
5.	Ir. Felisia Simarmata	Pusat Litbang Permukiman

3. Susunan Panitia Tetap

JABATAN	NAMA	LEMBAGA
Ketua	Ir. J. Hendro Moeljono	Badan Litbang PU
Wakil Ketua	Drs. Zulkarnaen Aksa, M.M	Sekretaris Badan Litbang PU
Anggota	Ir. Sutikni Utoro	Pusat Litbang Permukiman
Anggota	Dr. Ir. Badruddin Machbub	Pusat Litbang Pengairan
Anggota	Dr. Ir. Patana Rantetoding, M.Sc.	Pusat Litbang Jalan
Anggota	Ir. Mochamad Anas Ali	Direktorat BinteK Bina Marga
Anggota	Ir. Hari Sidharta, Dipl.HE.	Direktorat BinteK Cipta Karya.
Anggota	Ir. M. Napitupulu, Dipl. HE.	Direktorat BinteK Pengairan
Anggota	Dsr. Mochamad Charis	Biro Bina Sarana Perusahaan
Anggota	Wibisono Setiowibowo, M.Sc.	Biro Hukum

